

Thomas Ziegler und Gerrit Richter, Potsdam-Bornim

Hygroskopische Festbettspeicher

Belüftungstrocknung von Getreide mit solar erwärmter Luft

Die unregelmäßige Belüftung von Getreideschüttungen mit solar erwärmter Luft beschleunigt zwar die Trocknung, führt jedoch zu unerwünschten Feuchte-schwankungen mit der Gefahr der Über-trocknung insbesondere in den am Luft-eintritt liegenden Schichten. Mit einem zwischengeschalteten Festbett aus hygro-skopischem Material läßt sich der schwankende Zustand der Trocknungsluft bezüglich Temperatur und Feuchte wirkungsvoll dämpfen, Trocknungspotential vom Tag in die Nacht verlagern und der Trocknungsprozeß auf diese Weise gleichmäßiger gestalten. Darüber hinaus können Tage mit unzureichender Solar-strahlung überbrückt werden. Haupter-gebnis der Speicherung von Trocknungs-potential ist, daß das Verderbrisiko der seit langem bewährten Belüftungstrock-nung von Körnerfrüchten auch ohne zusätzliche Heizung minimiert werden kann.

Die solar unterstützte Trocknung ist wegen der im Tagesverlauf und wetter-bedingt stark veränderlichen solaren Strahlungsverhältnisse durch wechselnde Luftzustände am Kollektorausstritt und damit am Trocknereintritt gekennzeichnet. Die schonende Belüftungstrocknung temperaturempfindlicher Güter wie Getreide kommt zwar mit Temperaturer-höhungen der Trocknungsluft gegenüber der Außenluft von 3 bis 5 K aus, die im Tagesmittel mit kommerziellen Luftkollektoren leicht zu erreichen sind. Allerdings besteht, abgesehen von der Witterungs-abhängigkeit des Verfahrens, ohne besondere regelungstechnische Vorkehrungen Über-trocknungsgefahr insbesondere an der Luft-eintrittsseite der Schüttung.

Eine vielversprechende Möglichkeit, das im allgemeinen mehr als ausreichende solare Strahlungsenergieangebot des

Tages auch während der Nacht für Trock-nungszwecke zu nutzen, bieten dem Kollektor nachgeschaltete sogenannte offene Sorptionspeicher. Ihr Prinzip beruht auf der Fähigkeit bestimmter Materialien, im „trockenen“ Zustand erhebliche Mengen Wasserdampf aus der Luft aufnehmen zu können und sie so trocknungsfähig zu machen. Bei der Befeuchtung wird die entsprechend Kondensationswärme frei, was zur Absenkung der relativen Luft-feuchte am Speicherausstritt führt. Wird ein trockener Speicher befeuchtet, steht folglich warme, trockene Luft zur Verfü-gung. Bei der anschließend notwendigen Regeneration des nun „feuchten“ Spei-chers mit „warmer“ Luft muß das Wasser

wieder ausgetrieben werden, wofür die entsprechende Verdampfungswärme aufzubringen ist; die Speicherausstrittsluft ist dann kühl und feucht.

Für die solare Trocknung landwirt-schaftlicher Produkte eignen sich je nach Anwendungsfall feste Sorptionsmittel, wie zum Beispiel Schüttungen aus Silicagel, oder wäßrige Lösungen hygroskopischer Salze, wie zum Beispiel Calciumchlorid, die in einer Sprühkammer oder Füllkör-perkolonne mit der Trocknungsluft in Wärme- und Stoffaustausch treten [1]. Systeme mit flüssigen Sorptionsmitteln sind relativ staubunempfindlich und er-möglichen die Energiespeicherung für eine längere Zeit, wenn sie bereits vor Be-

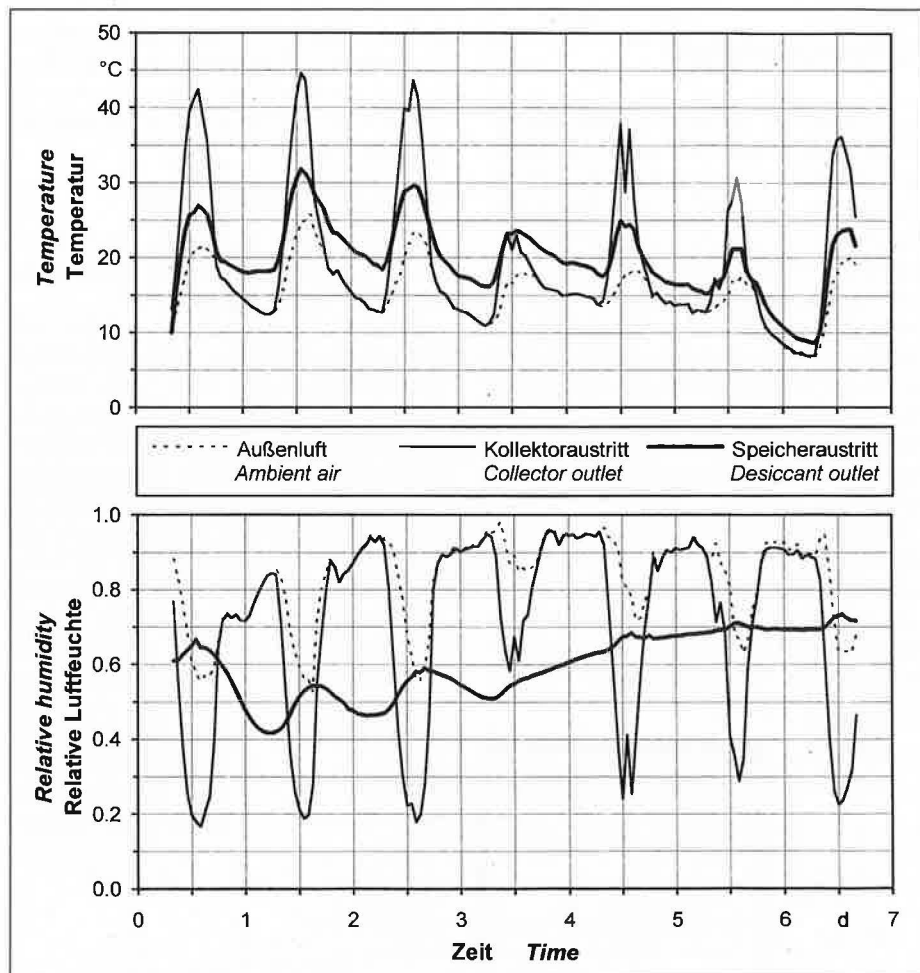


Bild 1: Luftzustände der Umgebung, am Kollektorausstritt und am Austritt aus einem hygroskopischen Festbettspeicher: Wetterdaten gemessen in Weißenstephan (23.9.94 bis 29.9.94), Kollektor- und Speicherausstritt simuliert

Fig.1: Outside air conditions, at collector outlet and at the outlet of a solid desiccant bed: weather data recorded in Weißenstephan (23.9.94 till 29.9.94), collector and desiccant outlet simulated

Dipl.-Ing. Thomas Ziegler ist wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung Technik der Aufbereitung, Lagerung und Konservierung des ATB, Max-Eyth-Allee 100, D-14469 Potsdam-Bornim (Wissenschaftlicher Direktor: Prof. Dr.-Ing. Jürgen Zaske); HS-Math. Gerrit Richter ist technischer Angestellter in der gleichen Abteilung. Das Projekt wird gefördert vom Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (Förderkennzeichen des BMBF: 0338923H).
Referierter Beitrag der Landtechnik.

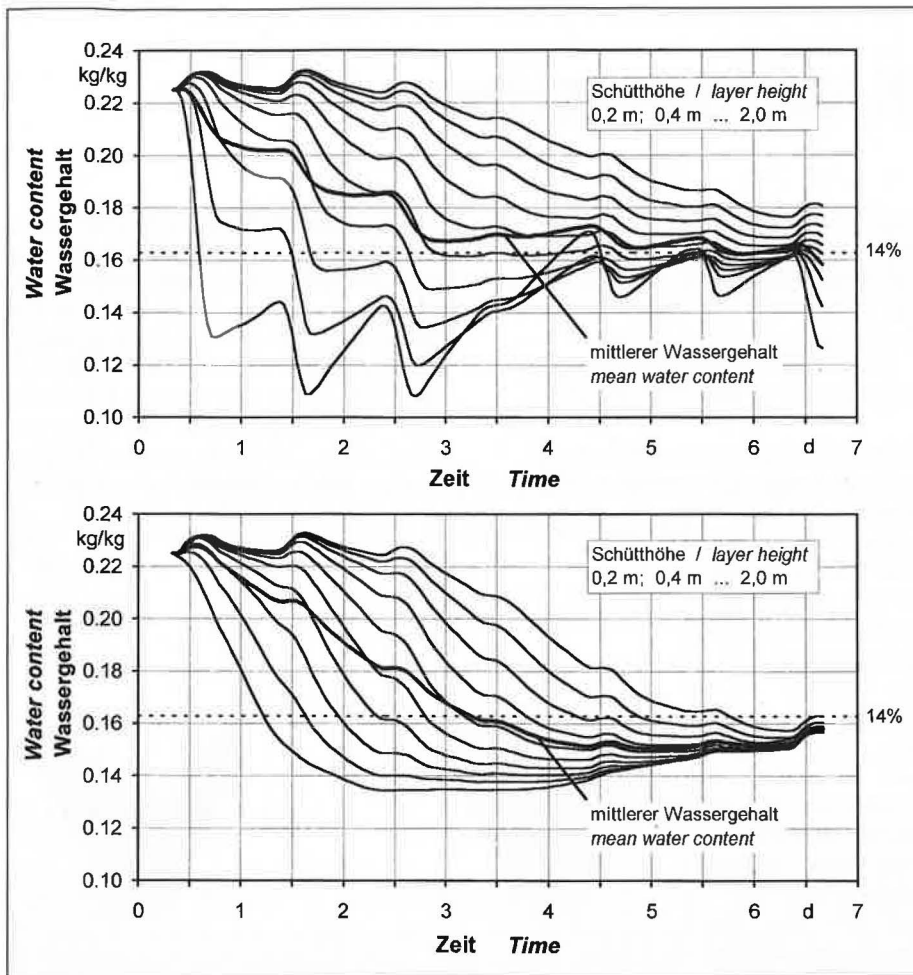


Bild 2: Simulation der Wassergehaltsänderungen in einer trocknenden Weizenschüttung für verschiedene Schütthöhen:

oben: ununterbrochene Belüftung mit solar erwärmter Luft

unten: zusätzliche Zwischenschaltung eines hygroskopischen Festbettspeichers

Fig. 2: Simulation of the changing moisture content in a drying bulk of wheat in different layers:

above: continuous ventilation drying with solar heated air;

below: additional interposition of a solid desiccant bed

ginn der Ernteperiode solar aufgeladen werden. Hygroskopische Festbettspeicher wirken mehr als Kurzzeitspeicher von Trocknungspotential und weisen vergleichsweise hohe Druckverluste auf. Ihr grundsätzliches Verhalten bei kontinuierlicher Belüftung mit solar erwärmter Luft soll im folgenden anhand der Auswirkungen auf eine trocknende Weizenschüttung erläutert werden.

Mathematisches Modell und Versuchsergebnisse

Am ATB wurden mathematische Modelle zur Schüttgut-trocknung bei wechselnden Luftzuständen erarbeitet und an einem Belüftungsversuchsstand für Weizen überprüft. Die für die Modellierung entscheidende gutspezifische Beschreibung der Trocknungskinetik eines einzelnen Kornes wurde mit Hilfe des kombinierten Enthalpie-Wassergehalts-Diagramms für Luft und Gut unter genau den Trocknungsbedingungen ermittelt, die jeweils in der Schüttung herrschen [2]. Unter

Berücksichtigung der Sorptionseigenschaften eines geeigneten hygroskopischen Materials führte die Übertragung dieser Methode zu den in Bild 1 dargestellten Luftzuständen am Speicherausritt. Für die Simulationsrechnungen wurden reale Wetterdaten verwendet sowie eine Schicht aus Sizeo 15 mit einer Dicke von 50 cm und einem Anfangswassergehalt von 300 g/kg angenommen (Belüftungsgeschwindigkeit: 0,2 m/s).

Gleichmäßigere und beschleunigte Trocknung

Man erkennt, daß der zwischen Kollektor und Trockner geschaltete Speicher nicht nur die Schwankungen von Lufttemperatur und -feuchte am Kollektorausritt dämpft, sondern außerdem eine Phasenverschiebung der relativen Luftfeuchte von etwa zwölf Stunden bewirkt und damit Trocknungspotential vom Tag in die Nacht hinein verlagert. Darüber hinaus wird der strahlungsarme vierte Tag überbrückt, erkennbar an dem nur langsamen

Ansteigen der Speicher-Austrittsfeuchte.

Der Vorteil des hygroskopischen Speichers wird anhand der Simulation der Wassergehaltsänderungen in der Weizenschüttung deutlich (Bild 2 unten). Durch die Vergleichmäßigung des Eintrittszustandes der Trocknungsluft gegenüber der Trocknung mit solar erwärmter Luft ohne Speicher (Bild 2 oben) wird das gleichmäßige Voranschreiten der Trocknungszone in der Gutschüttung ermöglicht, obwohl das durch Solarenergie gelieferte Trocknungspotential allein während weniger Tagesstunden gesammelt wird. Auf diese Weise kann der Widerspruch zwischen der naturgemäß instationären solaren Energiebereitstellung und der Forderung nach einer möglichst ununterbrochenen, schonenden Trocknung gelöst werden, um die Qualität des Gutes zu erhalten.

Literatur

- [1] Conrad, T., J. Müller, T. Waldenmaier und W. Mühlbauer: A Sorption Heat Storage System for Use in Solar Drying. Proc. Int. Conf. on Agric. Engng. (AgEng 96), Madrid, 1996, Bd. 2, S. 665/666
- [2] Maltry, W., Th. Ziegler und I. Richter: Mathematische Modellierung und Simulation der solar unterstützten Trocknung landwirtschaftlicher Schüttgüter. Forschungsberichte des ATB 1997/1, Potsdam, 1997

Schlüsselwörter

Belüftungstrocknung, Getreide, solare Trocknung, hygroskopische Festbettspeicher

Keywords

Ventilation drying, grain, solar drying, solid adsorbent bed

NEUE BÜCHER

Rostfrei in Erdböden

Merkblatt (MB 833) der Informationsstelle Edelstahl Rostfrei, Postfach 10 22 05, 40013 Düsseldorf, 1997, 5 S., 5 Abb., 2 Tab., kostenlos. Die zunehmende Verwendung von Edelstahl Rostfrei für Rohrleitungen hat dazu geführt, daß inzwischen umfassende Erfahrungen über das Verhalten dieser Werkstoffgruppe in Erdböden vorliegen. Ihr Einsatz für Blitzschutzanlagen sowie Befestigungsteile im Grundbau ist Stand der Technik. Darüber hinaus kommen nichtrostende Stähle auch für die Aufbereitung kontaminierter Böden sowie in der Deponietechnik zur Anwendung.

Ein neues Merkblatt informiert über das Korrosionsverhalten verschiedener Sorten von Edelstahl Rostfrei, etwa in sand-, lehm- oder tonhaltigen Böden. Darüber hinaus werden Aussagen über den Einsatz in verunreinigten Böden sowie über Einsatzmöglichkeiten von Umhüllungen getroffen.